

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3610303 C1

⑤1 Int. Cl. 4:  
B03 C 1/02  
B 03 C 1/08

⑳ Aktenzeichen: P 36 10.303.9-24  
㉔ Anmeldetag: 26. 3. 86  
㉕ Offenlegungstag: —  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19. 2. 87

*Corresp to 4941 969*

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:

Schönert, Klaus, Prof. Dr.-Ing., 3392  
Clausthal-Zellerfeld, DE

㉘ Vertreter:

Wuesthoff, F., Dr.-Ing.; Frhr. von Pechmann, E.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Behrens, D., Dr.-Ing.; Goetz,  
R., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anw., 8000  
München

㉙ Erfinder:

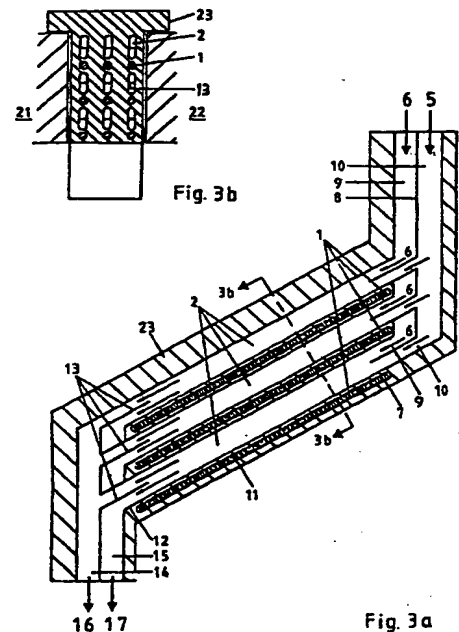
Schönert, Klaus, Dr.-Ing., 3392 Clausthal-Zellerfeld,  
DE; Fricke, Hans-Michael, Dipl.-Ing., 3394  
Langelsheim, DE

㉚ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

NICHTS-ERMITTELT

㉛ Verfahren und Vorrichtungen zur Sortierung paramagnetischer Partikeln im Fein- und Feinstkornbereich in einem magnetischen Starkfeld

Bei der Starkfeld-Magnetscheidung von in einem fluiden Medium suspendiertem Trenngut aus paramagnetischem und nicht-magnetisierbaren Partikeln im Fein- und Feinstkornbereich unterhalb etwa 1 mm wird in einem magnetischen Starkfeld, in dem magnetische Anziehungs- und Abstoßungskräfte durch langgestreckte Induktionselemente (1) bewirkt werden, der Trenngutstrom parallel zu wenigstens einem Induktionselement in einem Trennkanal (2) geleitet, an dessen Auslaßende (12) getrennt durch eine Trennschneide (13) ein von den paramagnetischen Partikeln vermehrter Produktstrom (17) und ein mit paramagnetischen Partikeln angereicherter Produktstrom (18) abströmt. Um im Feinkornbereich zu leistungsfähigen Sortierungen zu gelangen, ist vorgesehen, daß die magnetische Abstoßungskraft jedes Induktionselements und die Schwerkraft derart zueinander orientiert sind, daß die resultierende Kraft die abzutrennenden paramagnetischen Partikeln von dem Induktionselement wegbewegt und die anderen Partikeln zu diesem hinbewegt werden. Jedes Induktionselement (1) ist unterhalb des zugehörigen Trennkanals rechtwinklig zu den Feldlinien angeordnet. Der Trennkanal ist vorzugsweise gegenüber der Horizontalen geneigt. Die Magnetscheidung kann auch im Zentrifugalfeld erfolgen.



DE 3610303 C1

1. Verfahren zur kontinuierlichen Sortierung von in einem fluiden Medium suspendiertem Trenngut aus paramagnetischen und nicht-magnetisierbaren Partikeln im Fein- und Feinstkornbereich unterhalb etwa 1 mm in einem magnetischen Starkfeld, in dem magnetische Anziehungs- und Abstoßungskräfte durch wenigstens ein in diesem vorgesehenes langgestrecktes, stab- oder drahtförmiges Induktionselement bewirkt werden, bei dem der Trenngutstrom parallel zu wenigstens einem Induktionselement strömt und am Ende einer Trennstrecke in wenigstens einen von den paramagnetischen Partikeln verarmten und einen mit den paramagnetischen Partikeln angereicherten Produktstrom aufgeteilt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trenngutstrom in einem Magnetfeld, in dem die magnetische Abstoßungskraft jedes Induktionselements und — bei einem ruhenden System — die Schwerkraft bzw. — bei einem rotierenden System — die Zentrifugalkraft derart zueinander orientiert sind, daß die resultierende Kraft die abzutrennenden paramagnetischen Partikeln von dem Induktionselement weg bewegt und die anderen Partikeln zu diesem hin bewegt, im Schwerkraftfeld oberhalb bzw. im Zentrifugalfeld auf der der Drehachse zugewandten Innenseite jedes Induktionselements parallel zu diesem geführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb des Trenngutstroms ein an diesen angrenzender trenngutfreier Fluidstrom parallel zu diesem geführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Trenngutstrom in Richtung der Schwerkraft bzw. Zentrifugalkraft unter einem Winkel von 0° bis 50°, insbes. 15° bis 40°, geneigt geführt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 im Schwerkraftfeld, mit einer Magnetanordnung zur Erzeugung eines homogenen Magnetfelds, wenigstens einem in diesem rechtwinklig zu den Feldlinien angeordneten langgestreckten Induktionselement (1) mit parallel zu diesem angeordnetem Trennkanal (2), dem am Einlaßende (7) ein fluider Trenngutstrom (5) zuführbar und nach einer Trennstrecke (11) am Auslaßende (12) getrennt durch eine Trennschneide (13) durch einen oberen Auslaßkanal (14) ein mit paramagnetischen Partikeln angereicherter Produktstrom (16) und durch einen unteren Auslaßkanal (15) ein von paramagnetischen Partikeln verarmter Produktstrom (17) entnehmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß außerhalb jedes Trennkanals (2) jeweils ein Induktionselement (1) in Form eines Drahts mit kreisförmigem, elliptischem oder rhomboedrischem Querschnitt rechtwinklig zu den Feldlinien der Magnetanordnung ausgerichtet ist, und daß sich jeder Trennkanal, der etwa so lang wie das Induktionselement ist, unmittelbar oberhalb von diesem befindet und eine Breite von bis zu etwa dem einfachen und eine Höhe von etwa dem ein- bis vierfachen Durchmesser des Induktionselements hat.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Induktionselement (1) und jeder Trennkanal (2) zur Horizontalen unter einem Winkel zwischen 0° und 50°, insbesondere 15° und 40°,

vom Einlaß- zum Auslaßende geneigt ist.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 in einem Zentrifugalfeld, mit einer Magnetanordnung zur Erzeugung eines homogenen Magnetfelds, wenigstens einem in diesem rechtwinklig zu den Feldlinien angeordneten langgestreckten Induktionselement (1) mit parallel zu diesem angeordnetem Trennkanal (2), dem am Einlaßende (7) ein fluider Trenngutstrom (5) zuführbar und nach einer Trennstrecke (11) am Auslaßende (12) getrennt durch eine Trennschneide (7) durch einen oberen Auslaßkanal (9) ein mit paramagnetischen Partikeln angereicherter Produktstrom (16) und durch einen unteren Auslaßkanal (15) ein von paramagnetischen Partikeln verarmter Produktstrom (17) entnehmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Magnetfeld ein Rotor (16) vorgesehen ist, auf dem wenigstens ein Induktionselement (1) in Form eines Drahts mit kreisförmigem, elliptischem oder rhomboedrischem Querschnitt aufgebracht ist und einen zur Drehachse coaxialen Teilkreis bildet, der rechtwinklig zu den Feldlinien der Magnetanordnung steht, daß sich auf der der Drehachse zugewandten Innenseite jedes Induktionselements der etwa gleich lange Trennkanal (2) befindet, der eine Breite von bis zu etwa dem einfachen und eine Höhe von etwa dem ein- bis vierfachen Durchmesser des Induktionselements (1) hat, und daß sich axiale Ein- und Auslaßkanäle (9, 10; 14, 15; 32) im Rotor (16) etwa radial zum bzw. vom Ende des Trennkanals (2) fortsetzen.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 in einem Zentrifugalfeld, mit einer Magnetanordnung zur Erzeugung eines homogenen Magnetfelds, wenigstens einem in diesem rechtwinklig zu den Feldlinien angeordneten langgestreckten Induktionselement (1) mit parallel zu diesem angeordnetem Trennkanal (2), dem am Einlaßende (7) ein fluider Trenngutstrom (5) zuführbar und nach einer Trennstrecke (11) am Auslaßende (12) getrennt durch eine Trennschneide (7) durch einen oberen Auslaßkanal (9) ein mit paramagnetischen Partikeln angereicherter Produktstrom (16) und durch einen unteren Auslaßkanal (15) ein von paramagnetischen Partikeln verarmter Produktstrom (17) entnehmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Magnetfeld ein Rotor (16) vorgesehen ist, auf dem wenigstens ein Induktionselement (1) in Form eines Drahts mit kreisförmigem, elliptischem oder rhomboedrischem Querschnitt aufgebracht ist und eine Spirale um die Drehachse bildet, die rechtwinklig zu den Feldlinien der Magnetanordnung steht, daß sich auf der der Drehachse zugewandten Innenseite jedes Induktionselements der etwa gleich lange Trennkanal (2) befindet, der eine Breite von bis zu etwa dem einfachen und eine Höhe von etwa dem ein- bis vierfachen Durchmesser des Induktionselements (1) hat, und daß sich axiale Ein- und Auslaßkanäle (9, 10; 14, 15; 32) im Rotor (30) etwa radial zum bzw. vom Ende des Trennkanals (2) fortsetzen und der Einlaßkanal (32) innen und jeder Auslaßkanal (14, 15) radial außen angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb oder auf der der Drehachse abgewandten Seite jedes Trennkanals (2) zwei oder drei drahtförmige Induktionselemente (1) mit kreisförmigem Querschnitt einander berührend und mit der Längsachse des

Trennkanals (2) in einer Ebene liegend angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Trennkanal (2) am Einlaßende (7) im Verhältnis 1 : 1 bis 1 : 3 in einen unteren bzw. äußeren Einlaßkanal (10) und in einen oberen bzw. inneren Einlaßkanal (9) unterteilt ist, daß der Trenngutstrom (5) in den unteren bzw. äußeren Einlaßkanal (10) einleitbar ist und daß in den oberen bzw. inneren Einlaßkanal (9) ein trenngutfreier Fluidstrom (6) einleitbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Magnetfeld der Magnetanordnung mehrere Induktionselemente (1) mit zugeordneten Trennkanälen (2) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der Induktionselemente (1) mit den zugehörigen Trennkanälen (2) im Querschnitt ein rechteckiges Muster bilden.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der Induktionselemente (1) mit den zugehörigen Trennkanälen (2) im Querschnitt ein rhomboedrisches Muster bilden.

### Beschreibung

Zur Sortierung paramagnetischer Minerale werden im Feinkornbereich unterhalb ca. 1 mm Starkfeld-Magnetscheider eingesetzt, bei denen in einer Magnetanordnung in einem zwischen dessen Magneten erzeugten homogenen Magnetfeld ferromagnetische Induktionselemente vorgesehen sind, die eine Feldverzerrung und damit magnetische Anziehungs- und Abstoßungskräfte bewirken. Das in einem flüssigen oder gasförmigen Trägermedium, meist Wasser, gegebenenfalls auch Luft, suspendierte zu trennende Gut (Trenngut) aus paramagnetischen Teilchen und nicht-magnetisierbaren Partikeln wird durch das längs der Induktionselemente verzerrte Magnetfeld geleitet. Dabei werden die paramagnetischen Partikeln durch die magnetische Anziehungskraft zu den Induktionskörpern hin abgelenkt und lagern sich an diesen an, während die anderen, nicht-magnetisierbaren Partikeln dem Strom des Trägermediums folgen und das Magnetfeld passieren. Die an den Induktionselementen angelagerten Partikeln werden zu einem späteren Zeitpunkt, zu dem das Magnetfeld nicht mehr wirksam ist, ab- und ausgespült, um das Magnetkonzentrat zu gewinnen. Derartige Magnetscheider bezeichnet man deshalb auch als Rückhaltescheider.

Die Induktionselemente können profilierte Platten, Kugeln, zylindrische Stäbe oder Drähte sein. Die charakteristische Länge ihrer Topographie, z.B. der Durchmesser der Drähte oder die Höhe der Profile, bestimmt den Grad der Inhomogenität des Magnetfeldes, die mit abnehmenden Abmessungen monoton zunimmt. Die magnetische Kraft wächst mit dem Grade der Inhomogenität, verhält sich proportional zur Suszeptibilität der Partikeln und dem Partikelvolumen und steigt mit abnehmendem Abstand vom Induktionselement an.

Der prinzipielle Aufbau des Rückhaltescheiders bedingt eine diskontinuierliche Betriebsweise. In einem großtechnischen Prozeß ist jedoch eine kontinuierliche Betriebsweise erwünscht. Um diese zu verwirklichen, sind besondere Maßnahmen zu ergreifen.

Im einfachsten Fall werden zwei oder mehrere Magnetscheider eingesetzt, deren Abscheidetakte aufeinanderfolgen. Hierbei wird das Trenngut jeweils dem im

Abscheidetakt b findlichen Magnetscheider zugeführt. Anschließend wird der Magnet ausgeschaltet und das Konzentrat ausgespült während ein anderer Magnetscheider bei eingeschaltetem Magnetfeld sortiert. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Paket der Induktionselemente aus dem Magnetfeld herauszunehmen und dann das Magnetkonzentrat auszuspülen. Dazu eignet sich eine Karussellanordnung in besonderem Maße, da immerfort unbeladene Induktionselemente in das Magnetfeld eingebracht und beladene herausgenommen werden. Die am meisten verwendete Ausbildung technischer Starkfeld-Magnetscheider verwirklichen deshalb die Karussellanordnung.

Es gibt auch bekannte Vorschläge, Starkfeld-Magnetscheider nach dem Prinzip der kontinuierlich arbeitenden Querstrom-Trennapparate zu bauen. Die paramagnetischen Partikeln werden wie bei den zuvor angegebenen Rückhaltescheidern durch die Anziehungskraft zu den Induktionselementen, also quer zur Transportrichtung hin abgelenkt. Sie sollen sich jedoch dort nicht anlagern sondern durch das strömende Medium entlang der Induktionselemente transportiert und am Ausgang des oder jedes Trennkanals durch Trennschneiden vom übrigen, mit den nicht-magnetisierbaren Partikeln beladenen Strom abgetrennt werden. Ein solcher Querstrom-Starkfeld-Magnetscheider hat gegenüber den taktweise arbeitenden Magnetscheidern bzw. den Karussellscheidern zwar den theoretischen Vorteil, daß das Magnetfeld nicht aus- und eingeschaltet und die Aufgäbe- und Produktströme nicht umgeschaltet werden müssen, die Anordnung der Induktionselemente ortsfest bleibt und das konstruktiv aufwendige Karussell entfällt, jedoch den Nachteil, daß bei der Umsetzung dieses Vorschlags in einen großtechnisch verwendbaren Trennapparat die Schwierigkeit auftritt, daß der Transport der Partikeln, insbesondere der paramagnetischen Partikeln, entlang der Induktionselemente unbefriedigend oder überhaupt nicht erfolgt. Querstrom-Starkfeld-Magnetfelder dieser Bauform bewähren sich im Feinkornbereich überhaupt nicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und Vorrichtungen anzugeben, mit der Trenngut, das paramagnetische Partikeln enthält, im Feinkornbereich unterhalb ca. 1 mm Partikelgröße in einem starken Magnetfeld im Querstrom mit guter Trennschärfe und mit für den großtechnischen Einsatz ausreichenden Durchsätzen kontinuierlich sortiert werden kann.

Ein Verfahren und Vorrichtungen, die diese Aufgabe lösen, sind mit ihren Ausgestaltungen in den Ansprüchen gekennzeichnet.

Das neue Magnetscheideverfahren und der neue Starkfeld-Magnetscheider ermöglichen es, bei einer magnetischen Suszeptibilität der paramagnetischen Teilchen zwischen  $10^{-5}$  und  $10^{-2}$  einwandfreie technische Trennungen im Partikelgrößenbereich zwischen einigen Mikrometern bis einigen Millimetern zu erzielen. Erfindungsgemäß werden sowohl die magnetische Abstoßungskraft zur Trennung benutzt als auch die Massenkraft (Schwerkraft bzw. Zentrifugalkraft). Diese Abstoßungskraft ist antiparallel zur Schwerkraft bzw. zur Zentrifugalkraft gerichtet.

Um jedes Induktionselement entstehen nebeneinander Gebiete mit Feldverdichtung, die Anziehungskräfte bewirken, und Feldverdünnung, die Abstoßungskräfte hervorrufen. So haben stab- oder drahtförmige zylindrische Induktionselemente mit kreisförmigem, elliptischem oder rhomboedrischem Querschnitt eine vierstrahlige Symmetrie, wie dies in Fig. 1a dargestellt ist.

Das an sich homogene Magnetfeld der Feldstärke  $H_0$  wird derart ausgerichtet, daß die Feldlinien horizontal verlaufen. Die stab- oder drahtförmigen zylindrischen Induktionselemente sind horizontal jedoch rechtwinklig zu den Feldlinien angeordnet. In dieser Anordnung rultieren in den Sektoren I und III Abstoßungs- und in den Sektoren II und IV Anziehungskräfte, die sich mit zunehmendem Abstand von der Achse reduzieren. In der Vertikalen über dem Draht ist die Abstoßung antiparallel zur Schwerkraft  $g$  gerichtet. Es ergibt sich ein Abstand, bei dem Abstoßungs- und Schwerkraft dem Betrag nach gleich groß sind. Bei gegebenem Feld und Drahtdurchmesser des Induktionselements bestimmt nur die Suszeptibilität  $\kappa$  der Partikeln jedoch nicht deren Größe diesen Gleichgewichtsabstand.

In einem über einem Induktionselement 1 vorgesehenen Trennkanal 2 ordnen sich die Partikeln entsprechend ihrer Suszeptibilität in verschiedenen Höhen an, während Partikeln mit der Suszeptibilität Null aufgrund der Schwerkraft auf den Boden des Trennkanals sedimentieren. Auf diese Weise driften paramagnetische Partikeln 3 und nicht-magnetisierbare bzw. unmagnetische Partikeln 4 in entgegengesetzten Richtungen, wie dies in Fig. 1b dargestellt ist, so daß beide Partikelsorten erstmals mühelos voneinander getrennt werden können. Bei genügend hohem Trennkanal 1 berühren die paramagnetischen Partikeln die obere Kanalwand nicht; ihr Transport durch den Trennkanal bleibt deswegen unbehindert.

Das Trenngut wird in einem fluiden Medium dispergiert und als Trenngutstrom 5, wie in Fig. 1c dargestellt, am Einlaßende 7 des Trennkanals 2 eingespeist und auf einer sich anschließenden Trennstrecke 11 sortiert. Im Auslaßende 12 des Trennkanals 2 ist eine Trennschneide 13 vorgesehen, die ihn in einen oberen Auslaßkanal 14 und einen unteren Auslaßkanal 15 unterteilt. Aus dem oberen Auslaßkanal 14 tritt ein oberer Produktstrom 16 aus, der mit den paramagnetischen Partikeln angereichert ist, also das Magnetkonzentrat enthält. Den unteren Auslaßkanal 15 verläßt ein unterer Produktstrom 17, der an paramagnetischen Partikeln verarmt ist bzw. die anderen Partikeln, also das Unmagnetische, enthält.

Dem Trennkanal 2 können auch zwei Ströme übereinander getrennt zugeführt werden, sh. Fig. 1d. Dazu ist in ihm am Einlaßende 7 eine Trennwand 8 vorgesehen, die das Einlaßende in einen oberen Einlaßkanal 9 und in einen unteren Einlaßkanal 10 unterteilt. In den unteren Einlaßkanal 10 wird der Trenngutstrom 5 eingespeist. Durch den oberen Einlaßkanal 9 wird ein Strom 6 eines vorzugsweise reinen fluiden Mediums, z.B. Wasser, aufgegeben. Die Durchflußgeschwindigkeit ist so einzustellen, daß die Verweilzeit in der Trennstrecke 11 des Trennkanals für die Drift aller oder zumindest der meisten paramagnetischen Partikeln über die Höhe der auslaßseitig vorgesehenen Trennschneide 13 ausreicht.

Um den Transport der unteren Schicht aus unmagnetischen Partikeln zu erleichtern, sind der Trennkanal 2 und das Induktionselement 1 vorzugsweise vom Einlaß zum Auslaß um einen Winkel von  $0^\circ$  bis  $50^\circ$ , vorzugsweise von  $15^\circ$  bis  $40^\circ$ , gegen die Horizontale geneigt.

Mit diesem magnetischen Trennverfahren läßt sich erstmals eine Strömungsortierung für feinkörnige paramagnetische Materialien von nicht-magnetischen Teilchen mit guten Trennschärfen durchführen. Beispielsweise konnten Mischungen aus Hämatit ( $\kappa = 3 \cdot 10^{-3}$ ) und Quarz mit Partikeln zwischen 10 und  $100 \mu\text{m}$  so sortiert werden, daß sich Fehlansbringen von Hämatit im unteren Produktstrom, also im Unmagnetischen,

bzw. von Quarz im oberen Produktstrom, also im Magnetkonzentrat, von weniger als 2% ergaben. Das Induktionselement war hierbei ein Reineisendraht von 3 mm Durchmesser  $r$  und 100 mm Länge, die Feldstärke wurde auf 1,5 Tesla und die Strömungsgeschwindigkeit auf 8 cm/s eingestellt. Diese Ergebnisse lassen sich mit üblichen Karussell-Magnetscheidern nicht erreichen.

In einem technischen Starkfeld-Magnetscheider werden zur Erhöhung des Durchsatzes und besseren Ausnutzung des Spaltvolumens zwischen den Magnetpolen mehrere Induktionselemente und zugehörige Trennkanäle gleichgerichtet eingebaut. Die Induktionselemente können so angeordnet werden, daß im Querschnitt entweder ein rechteckiges Muster, wie in Fig. 2a dargestellt, oder ein rhomboedrisches Muster entsprechend Fig. 2b entsteht. Im ersten Fall resultieren aus der Überlagerung der Magnetfelder Flächen 20, in denen die magnetische Kraftwirkung verschwindet. Die Gleichgewichtshöhe der paramagnetischen Partikeln liegt unterhalb dieser Flächen. Befindet sich die obere Wand des Trennkanals nicht unterhalb der Fläche 20, dann steigen die paramagnetischen Partikeln nicht bis zur oberen Wand auf, so daß ihr Transport durch den Trennkanal nicht durch Reibung oder Haftkräfte behindert wird. Die Trennschneide 13 ist unterhalb der Gleichgewichtshöhe zu positionieren. Im zweiten Fall bewirken die seitlich des Trennkanals angeordneten Induktionselemente, daß oberhalb einer bestimmten Höhe die nach oben gerichtete Magnetkraft von einem Minimalwert wieder bis zu einem Maximum in der Höhe der Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten der Induktionselemente ansteigt und danach bis auf Null abfällt. Durch diesen Kraftverlauf zwischen den Höhen des Minimums und des Maximums entsteht eine partikelfreie Schicht, wodurch sich der mit paramagnetischen Partikeln angereicherte Strom leichter als sonst von jenem an paramagnetischen Partikeln verarmten Strom abtrennen läßt.

Das Magnetfeld kann entweder durch Permanent-, Elektromagnete oder durch supraleitende Spulen erzeugt werden. Die entgegengesetzten Driftrichtungen von paramagnetischen und unmagnetischen Partikeln erfordern eine der magnetischen Abstoßkraft entgegenwirkende Massenkraft. Bei geraden feststehenden Trennkanälen ist dies die Schwerkraft. Es kann dafür aber auch die Zentrifugalkraft genutzt werden, wenn die Induktionselemente und die Trennkanäle in einem rotierenden System konzentrisch oder spiralförmig zu dessen Drehachse vorgesehen sind oder wenn feststehende Induktionselemente und Trennkanäle eine gekrümmte Form besitzen, so daß beim Durchströmen Zentrifugalkräfte entstehen.

Je nach Wahl des Magnetsystems und der Massenkraft sind verschiedene Ausführungsformen für erfindungsgemäße Repulsions-Starkfeld-Magnetscheider möglich. Vier vorteilhafte Ausführungsbeispiele sind im folgenden anhand einer schematischen Zeichnung näher beschrieben, in der zeigt:

Fig. 3a und 3b einen Magnetscheider mit feststehenden, geraden, geneigten, Induktionselementen und Trennkanälen zwischen den Polen eines Permanent- oder Elektromagneten im Längs- und im Querschnitt,

Fig. 4 einen Magnetscheider mit feststehenden, geraden, geneigten, Induktionselementen und Trennkanälen in einer supraleitenden Spule,

Fig. 5a und 5b einen Magnetscheider mit Anordnung spiralförmiger Induktionselemente und Trennkanäle in einem zwischen den Polen eines Permanent- oder Elektromagneten umlaufenden Rotor im Längs- und im

Querschnitt, und

Fig. 6 einen Magnetscheider mit Anordnung spiralförmiger Induktionselemente und Trennkanäle in einem in einer supraleitenden Spule umlaufenden Rotor.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 3, die einen Repulsions-Starkfeld-Magnetscheider für die Sortierung im Schwerkraftfeld zeigt, ist der Magnet, bei dem es sich um einen Permanentmagnet oder, vorzugsweise, einen Elektromagneten handeln kann, so ausgerichtet, daß die Feldlinien horizontal verlaufen. Zwischen Polschuhen 21 und 22 befindet sich ein Körper 23 mit einem Trennsystem aus drahtförmigen Induktionselementen 1 und darüberliegenden Trennkanälen 2. Die Induktionselemente liegen rechtwinklig zu den Feldlinien, sind jedoch gegenüber der Horizontalen um einen Winkel von 15 bis 40° geneigt. In jedem Trennkanal 2 wird am Einlaßende 7 unterhalb einer Trennwand 8 durch den unteren Einlaßkanal 10 der Trenngutstrom 5, i. a. Trenngut in Wasser suspendiert, und oberhalb der Trennwand 8 ein trenngutfreier Fluidstrom 6 durch den oberen Einlaßkanal 9, i. a. reines Wasser, eingespeist. Am Auslaßende 12 jedes Trennkanals 2 aber noch im Magnetfeld befindet sich die Trennschneide 13, die den Strom in einen oberen Produktstrom 16 mit dem Magnetkonzentrat und einen unteren Produktstrom 17 mit dem Unmagnetischen trennt, die durch die Auslaßkanäle 14 bzw. 15 abgezogen werden. Ein erstes, nicht dargestelltes Kanalsystem am Einlaßende 7 des Trennsystems verteilt den Trenngutstrom 5 und den Fluidstrom 6 auf die Trennkanäle 2, ein zweites, ebenfalls nicht dargestelltes Kanalsystem am Auslaßende 12 faßt einerseits die oberen Produktströme 16 und andererseits die unteren Produktströme 17 zusammen.

In Fig. 4 ist ein Repulsions-Starkfeld-Magnetscheider für die Sortierung im Schwerkraftfeld in einer supraleitenden Spule 25 dargestellt. Eine supraleitende Spule 25 weist eine rechteckige warme Öffnung 26 auf. Die Spule ist derart angeordnet, daß die im Spuleninnenraum axial gerichteten Feldlinien horizontal verlaufen und die längere Kante der rechteckigen warmen Öffnung 26 gegenüber der Horizontalen um einen Winkel zwischen 15° und 40° geneigt ist. Das Trennsystem befindet sich in der warmen Öffnung 26. Die Induktionselemente 1 und Trennkanäle 2 sind rechtwinklig zu den Feldlinien und parallel zu der längeren Kante ausgerichtet. Wie bei dem Magnetscheider nach Fig. 3 wird jedem Trennkanal 2 unten durch Einlaßkanäle 10 ein Trenngutstrom 5 und oben durch Einlaßkanäle 9 ein Wasserstrom voneinander durch eine Trennwand 8 getrennt aufgegeben und werden am Auslaßende 12 zwei Produktströme voneinander durch eine Trennschneide 13 getrennt durch Auslaßkanäle 16 und 17 abgezogen. Die Verteilung des gesamten Trenngutstromes und des gesamten Wasserstromes auf die Trennkanäle 2 erfolgt ebenso durch ein Kanalsystem wie auch die oberen und unteren Produktströme aus den Auslaßkanälen 16 und 17 jedes Trennkanals durch ein solches zusammengeführt werden.

Fig. 5 zeigt einen Repulsions-Starkfeld-Magnetscheider für die Sortierung im Zentrifugalfeld mit Permanent- oder Elektromagnetanordnung. Zwischen Polschuhen 21 und 22 eines Magneten mit einer Mittelbohrung 28 ist ein Rotor 30, dessen Welle 31 parallel zu den Feldlinien ausgerichtet ist, gelagert. Der Magnet wird vorzugsweise so montiert, daß die Feldlinien vertikal verlaufen. Im Rotor 30 sind mehrere spiralförmig von innen nach außen führende Induktionselemente 1 und Trennkanäle 2 ausgebildet. Die Trennkanäle 2 befinden

sich auf der der Drehachse zugewandten Innenseite der Induktionselemente 1. Der Trenngutstrom 5 wird über einen einzigen Einlaßkanal 32 im oberen Teil der Welle 31 zugeführt und auf die Trennkanäle 2 des Rotors 30 durch ein nicht dargestelltes Kanalsystem verteilt. Die oberen Produktströme und die unteren Produktströme der Trennkanäle 2 werden durch ein ebenfalls nicht dargestelltes Kanalsystem zusammengeführt und über zwei Auslaßkanäle 16 und 17 im unteren Teil der Welle 31 des Rotors 30 ausgetragen.

Der Repulsions-Starkfeld-Magnetscheider für die Sortierung im Zentrifugalfeld nach Fig. 6 hat eine supraleitende Spule. In deren warmer kreisrunder Öffnung 26 läuft ein Rotor 30 um. Die Drehachse der Welle 31 fällt mit der Spulenachse zusammen. Die Induktionselemente 1 und die Trennkanäle 2 des Rotors 30 verlaufen in zur Drehachse rechtwinkligen Ebenen konzentrisch zur Drehachse. Der Trenngutstrom 5 wird über einen Einlaßkanal 32 im oberen Teil der Welle 31 zugeführt und auf die Trennkanäle 2 durch ein nicht dargestelltes Kanalsystem verteilt. Die jeweils oberen Produktströme und unteren Produktströme werden getrennt zusammengeführt und über die zwei Auslaßkanäle 16 und 17 im unteren Teil der Rotorwelle ausgetragen.

---

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

---

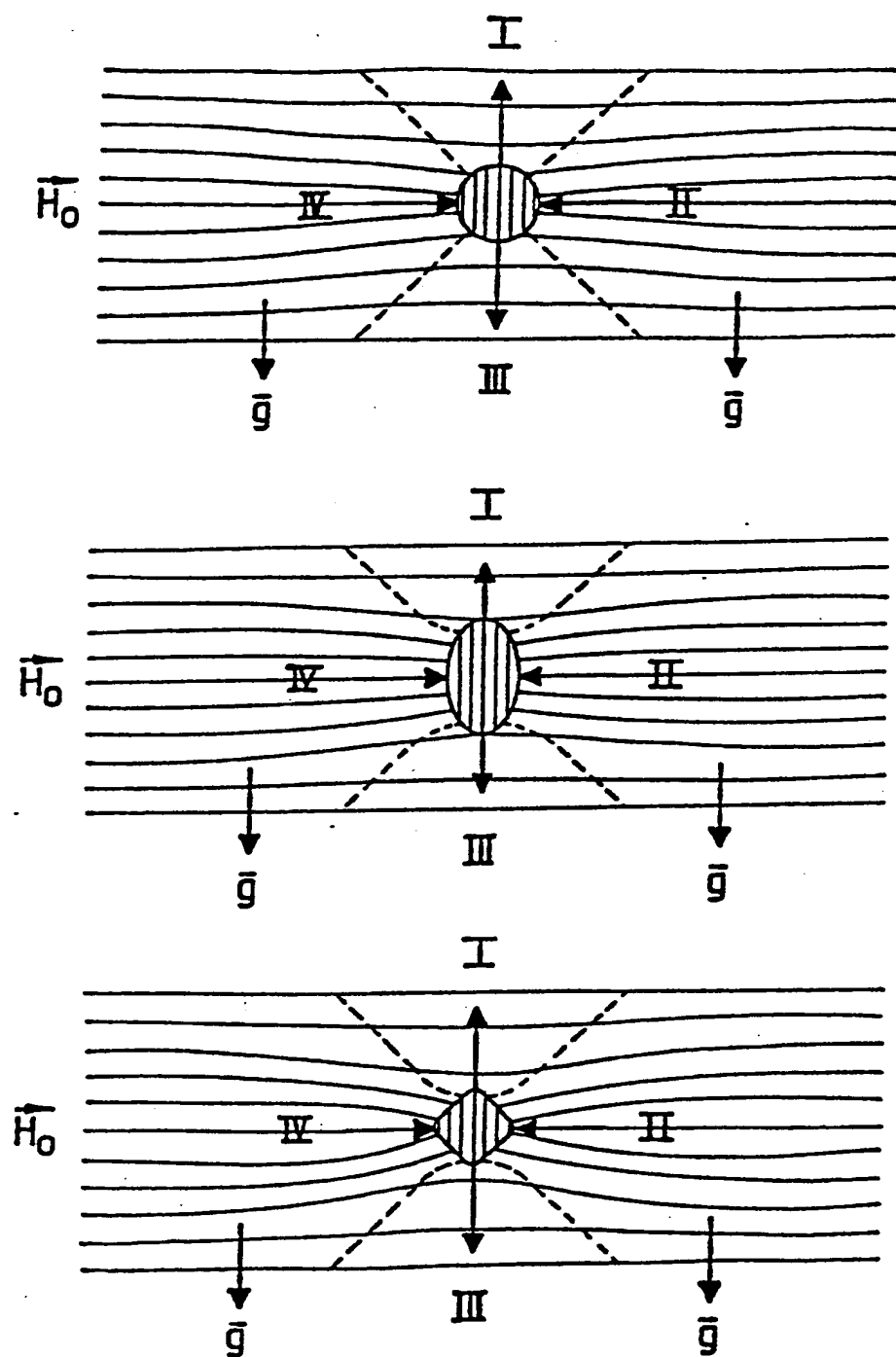


Fig. 1a

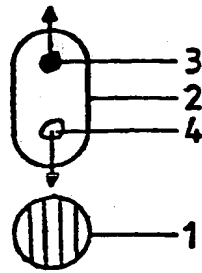


Fig. 1b

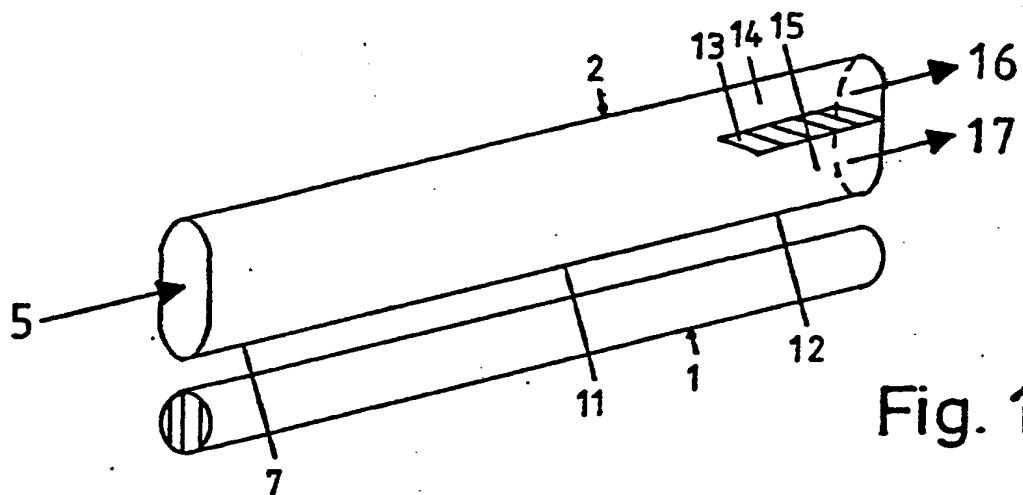


Fig. 1c

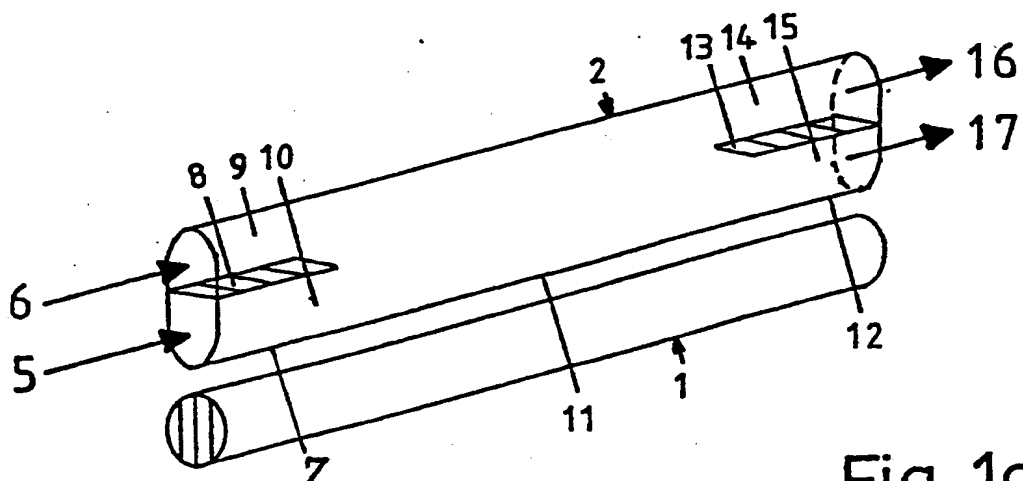


Fig. 1d

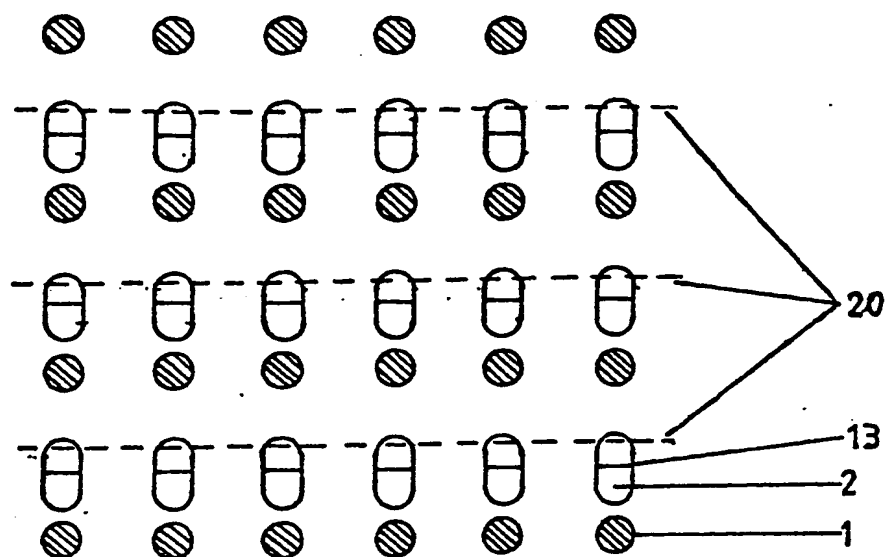


Fig. 2a

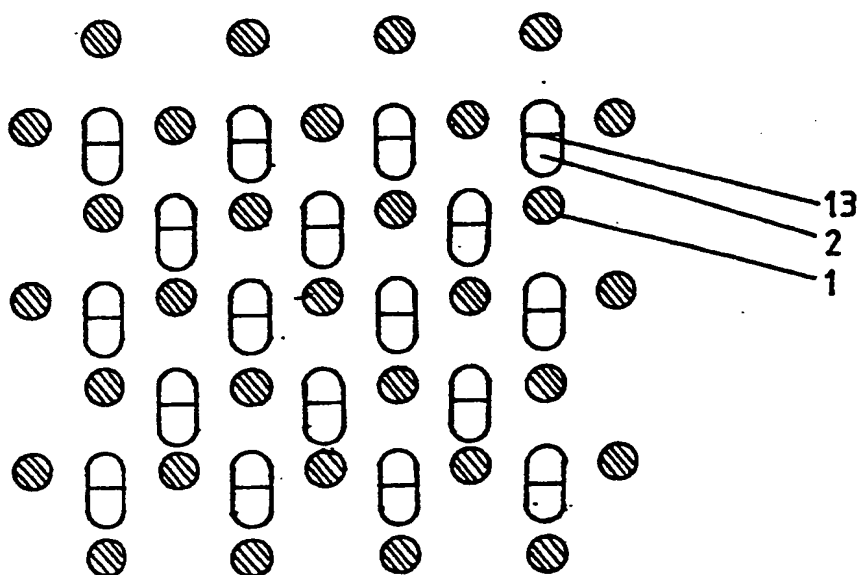


Fig. 2b

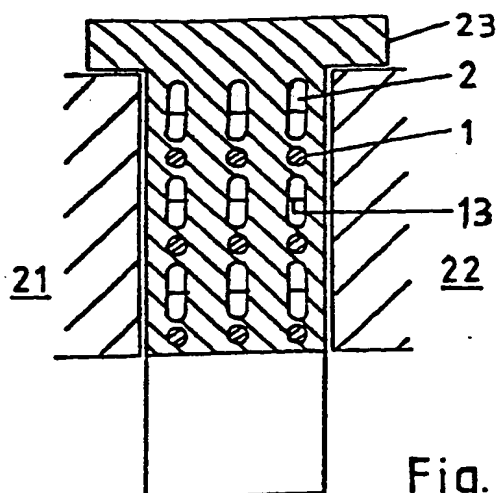


Fig. 3b

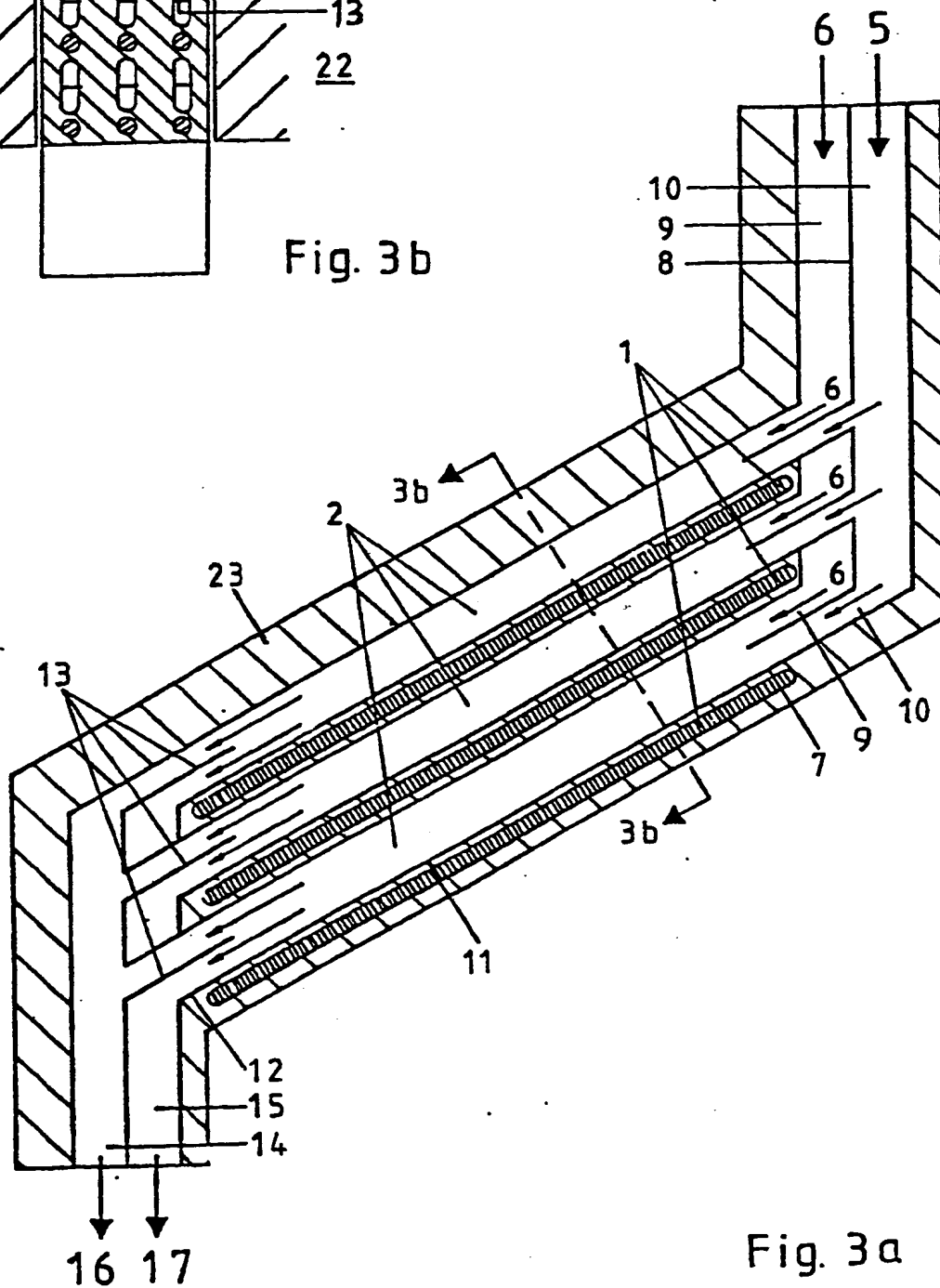


Fig. 3a

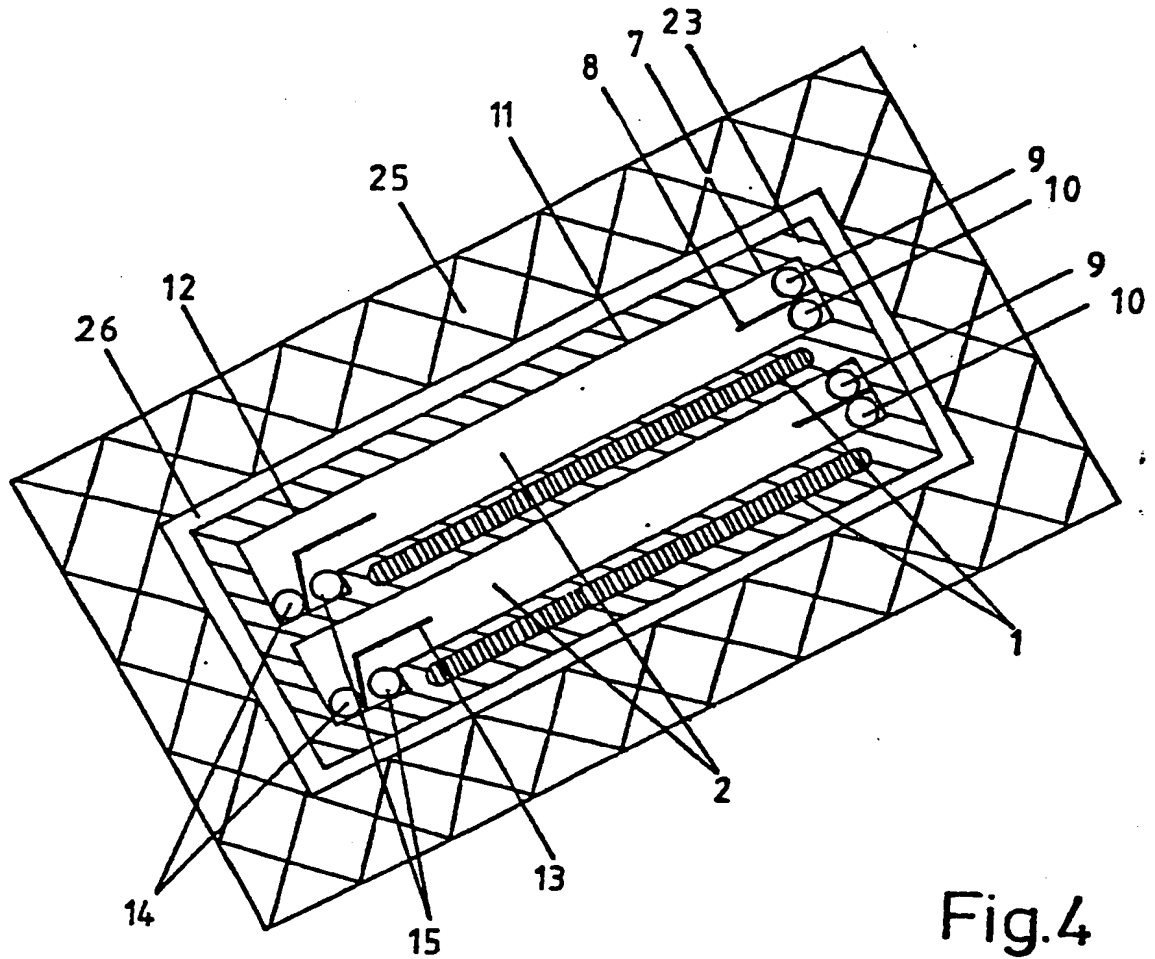
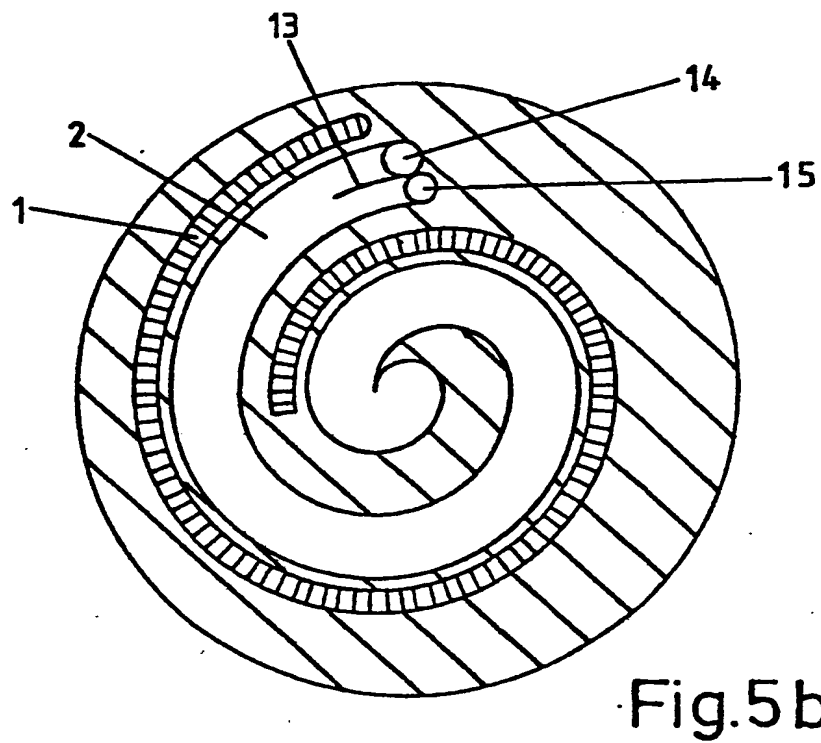
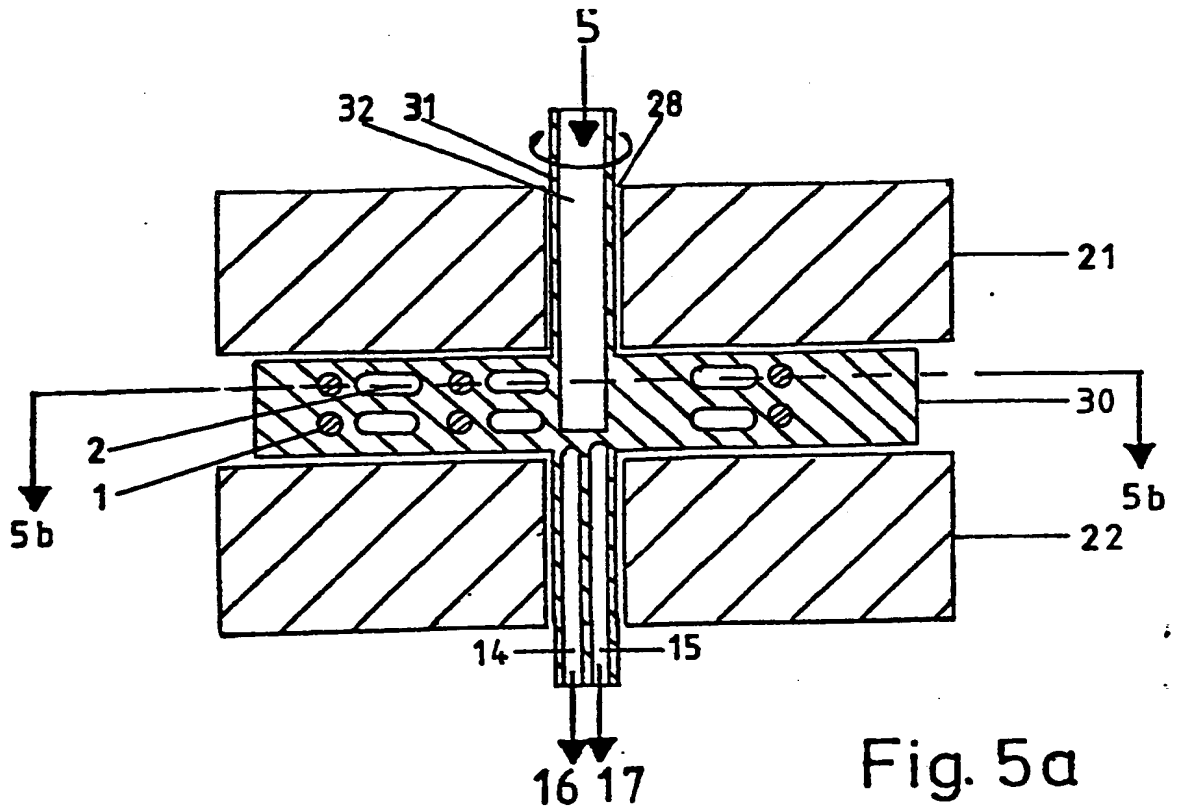


Fig.4



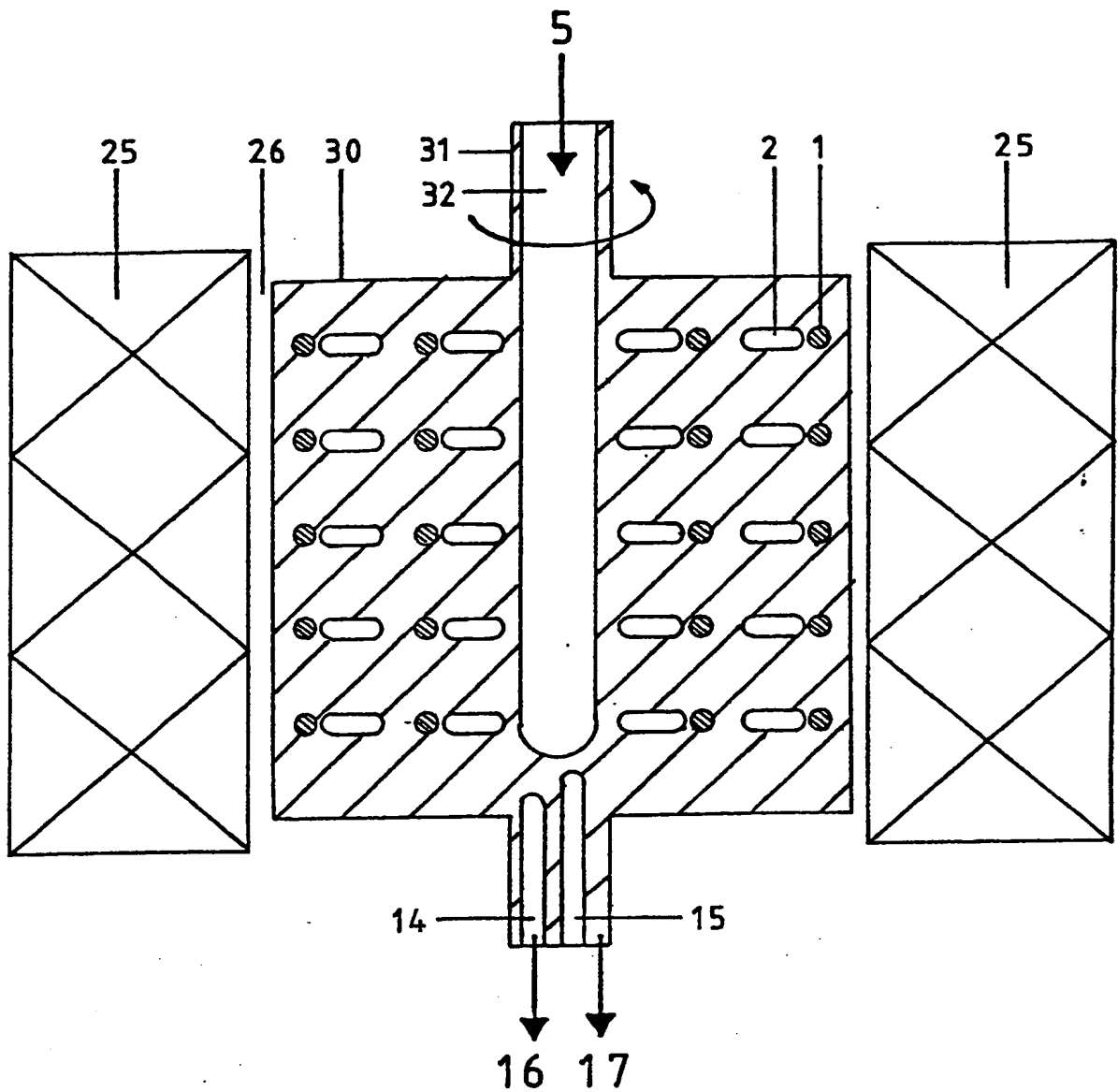


Fig. 6